

Mod. C.E. - 1-4-7

PCT/IT 03/00545

PCT/IT 03/00545

Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

REC'D 23 JAN 2004

WIPO PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: INV. IND.

N. T02002A000793 DEL 12.09.2002



Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

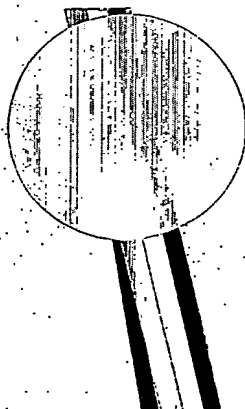
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Roma, It.

1 DIC. 2003

IL DIRIGENTE
Dr. A. CAPONE

Angel Capone



AL MINISTERO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA
DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A

marca
da
bollo

A. RICHIEDENTE III

1) Denominazione OLIVETTI I-JET S.p.A. SP
Residenza LOCALITA' LE VIEUX - 11020 ARNAD (AO) codice 00861320018
2) Denominazione _____
Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome _____ cod. fiscale _____
denominazione studio di appartenenza _____
via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario Giampiero BOBBIO (c/o OLIVETTI S.p.A.)

via G. Jervis n. 77 città IVREA cap 10015 (prov) TO

D. TITOLO classe proposta (sez/ci/sc) B41J gruppo/sottogruppo 2/05

METODO PER RICOPRIRE SELETTIVAMENTE UNA SUPERFICIE MICROLAVORATA

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

E. INVENTORI DESIGNATI

1) CONTA Renato cognome nome _____ 3) _____
2) DISEGNA Irma cognome nome _____ 4) _____

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione _____ tipo di priorità _____ numero di domanda _____ data di deposito _____ allegato S/R _____
1) _____
2) _____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICROORGANISMI, denominazione _____

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es. _____
Doc. 1) ☒ PROV n. pag. 22 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ...
Doc. 2) ☒ PROV n. tav. 11 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) ...
Doc. 3) ☐ RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale ...
Doc. 4) ☐ RIS designazione inventore ...
Doc. 5) ☐ RIS documenti di priorità con traduzione in italiano ...
Doc. 6) ☐ RIS autorizzazione o atto di cessione ...
Doc. 7) ☐ nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale Euro quattrocentosettantadue/56 obbligatorio

COMPILATO IL 10/09/2002 FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I) U.D. OLIVETTI I-JET S.p.A.

CONTINUA SI/NO NO (Giampiero BOBBIO)

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO ISU

CAMERA DI COMMERCIO I.A.A. DI Torino 10 2002 A000793 codice 01

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA _____

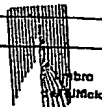
L'anno duemila DUE, il giorno DODICI (12), del mese di SETTEMBRE

Il/i richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. _____ fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopra riportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

Malinchi



C.C.I.A.A.
Torino

L'UFFICIALE ROGANTE

Loredana ZELLADA

Loredana ZELLADA
CATEGORIA C

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA **2002 A000793**

NUMERO BREVETTO

RICHIEDENTE Denominazione

Residenza

OLIVETTI-JET S.p.A.

LOCALITA' LE VIEUX - 11020 ARNAD (AO)

METODO PER RICOPRIRE SELETTIVAMENTE UNA SUPERFICIE MICROLAVORATA

PROSPETTO A
12 SET. 2002

DATA DI DEPOSITO

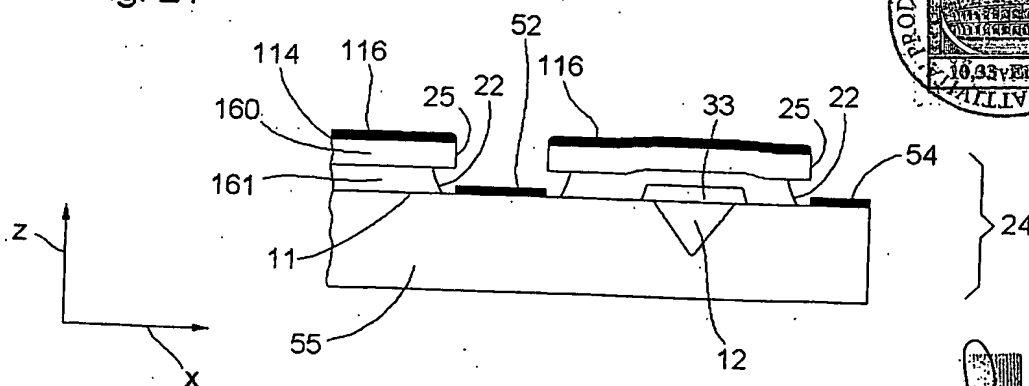
DATA DI RILASCIO

L. RIASSUNTO

Su una piastrina che presenta delle incisioni su una superficie, in un primo tempo viene steso un foglio di fotoresist negativo che, per mezzo di una esposizione e di uno sviluppo, viene lasciato solamente al di sopra delle incisioni; in un secondo tempo sul fotoresist negativo viene applicato un fotoresist positivo, che viene sottoposto ad esposizione e sviluppo per realizzare geometrie funzionali depositate a film sottile; successivamente il fotoresist positivo viene asportato con un'operazione di lift off, ed il fotoresist negativo viene asportato con un'operazione al plasma, in modo da scoprire le incisioni.

M. DISEGNO

Fig. 21



CCIAA
TORINO

Classe internazionale: B41J - 2/05

Descrizione dell'invenzione industriale avente per titolo:

"Metodo per ricoprire selettivamente una superficie microlavorata",
a nome: OLIVETTI i-Jet S.p.A. di nazionalità italiana e con sede in via
Jervis, 77 - 10015 IVREA (TO).

Inventori designati: CONTA Renato, DISEGNA Irma

Depositata il:

12 SET. 2002

40 2 002 A 000793

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Area tecnologica dell'invenzione - L'invenzione è relativa alla tecnologia MEMS 3D (MEMS: Micro Electro-Mechanical System), oppure alla tecnologia MOEMS 3D (MOEMS: Micro Optical Electro-Mechanical System), e più precisamente riguarda un metodo per stendere in modo uniforme un fotoresist su una piastrina avente una superficie accidentata, ad esempio per la presenza di incisioni o incavi.

Presupposti tecnici - In figura 1 viene rappresentata, come esempio non limitativo di applicazione della tecnologia MOEMS, una assonometria di un dispositivo optoelettronico 10, integrato su una piastrina 51 che, come esempio non limitativo, può essere di materiale semiconduttore, solitamente silicio. Sulla faccia superiore 11 della piastrina 51 sono ricavate delle incisioni 12, necessarie ad esempio per l'alloggiamento di fibre ottiche. Sulla stessa faccia superiore 11 si trovano anche dei "pad" 52 su cui sono saldati dei componenti optoelettronici 53, e delle piazzole 54 necessarie a collegare il dispositivo optoelettronico ad un circuito esterno non mostrato in figura.

Giampiero Bobbio

Nella stessa figura 1 sono definiti gli assi x, y e z che danno i riferimenti tridimensionali della piastrina 51.

Viene ora descritto il processo di fabbricazione del dispositivo optoelettronico secondo una tecnica nota come "lift off" agli esperti nell'arte, che permette di realizzare direttamente geometrie aventi diversi strati di metalli non reattivi, come ad esempio titanio, platino, oro, oppure permette la deposizione selettiva di leghe di saldatura (ad esempio oro/stagno 80/20), oppure la deposizione selettiva di materiali non metallici. Si fa riferimento al diagramma di flusso di figura 2, limitato ai passi necessari alla comprensione della presente invenzione.

In un primo passo 70 è reso disponibile un "wafer" 66 su cui sono realizzate le piastrine 51 (figura 3).

In un passo 71, illustrato con l'ausilio di figura 4, sulle piastrine 51 viene steso uno strato 61 di "lift off resist", ad esempio della serie LOR® della Micro-Chem, avente ad esempio uno spessore compreso tra 0,5 e 6 μm , come indicato nel particolare in sezione di figura 4 che interessa una zona priva di incisioni. Il lift off resist viene applicato solitamente allo stato fluido, per mezzo ad esempio di una centrifuga in un processo noto come "spinner coating".

In un passo 72, sul lift off resist 61, viene steso uno strato 60 di fotoresist positivo convenzionale, avente ad esempio uno spessore compreso tra 0,5 e 20 μm , come indicato nella stessa figura 4. Anche il fotoresist positivo viene applicato solitamente allo stato fluido, per mezzo ad esempio dello spinner coating.

Si indica con il numero 14 la superficie superiore dello strato 60 di fotoresist, sostanzialmente parallela alla faccia 11 ed agli assi x, y.

Il fotoresist è definito "positivo" se, a partire da uno stato iniziale insolubile in un suo solvente di sviluppo, depolimerizza per effetto di una radiazione, ad esempio ultravioletta, diventando solubile.

La tecnologia descritta, che utilizza lo strato 61 di lift off resist e lo strato 60 di fotoresist positivo convenzionale, è denominata "bilayer".

In un passo 74 (figura 5) viene effettuata l'esposizione del fotoresist alla radiazione ultravioletta UV per mezzo di una maschera 13 dotata di finestre 122. Il fotoresist, essendo positivo, depolimerizza nelle zone 26 corrispondenti alle finestre 122, e perciò colpite dalla radiazione UV, mentre rimane insolubile nelle zone tenute in ombra dalle aree opache della maschera.

In un successivo passo 75 viene sviluppato lo strato di fotoresist 60 secondo tecniche note le quali, per mezzo di un solvente, asportano il fotoresist solamente nelle zone 26 depolimerizzate dalla radiazione ultravioletta UV attraverso le finestre 122: vengono così ricavate delle cavità 64 delimitate da bordi 25 (figura 6).

Lo stesso solvente scioglie il lift off resist 61 sottostante in misura maggiore rispetto al fotoresist 60, producendo così delle sottoincisioni 22, la cui profondità è funzione del tempo di sviluppo.

Esiste una prima alternativa, illustrata in figura 7, secondo la quale si realizza solamente lo strato monolayer di fotoresist 60. Dopo lo sviluppo le cavità 64' risultano in tal caso delimitate da pareti 15.

Giampiero Bobbio



A causa di fenomeni di diffrazione e di riflessione della radiazione UV, la depolimerizzazione dello strato di fotoresist 60 si estende, parallelamente al piano x-y, in misura maggiore in vicinanza della faccia 11 della piastrina, ed in misura minore in vicinanza della superficie 14 del fotoresist: le pareti 15 non risultano perciò parallele all'asse z, ma presentano un sottosquadro β , positivo secondo la convenzione di segno indicata in figura 7. Questa tecnologia è denominata "monolayer", e risulta più economica ma controllabile con molto minor precisione rispetto alla bilayer.

Esiste anche una seconda alternativa monolayer, illustrata ancora con l'ausilio di figura 7, secondo la quale viene realizzato solamente lo strato di fotoresist 60, che viene poi trattato con un modificatore di superficie, ad esempio toluene, che rende la superficie superiore 14 più resistente al solvente: in seguito allo sviluppo si producono così, nello stesso fotoresist 60, delle pareti 15 con sottoincisione o con un sottosquadro β positivo più accentuato. Questa seconda alternativa presenta costi e controllabilità compresi tra quelli della prima alternativa monolayer e quelli della tecnologia bilayer.

In un passo 76 viene effettuato un deposito sotto vuoto, ad esempio di un metallo, sulla superficie 14, dove questa è rimasta intatta, e sulla faccia 11 dove questa è stata scoperta per effetto dello sviluppo descritto al passo 75. Il deposito viene effettuato, ad esempio, per mezzo di un processo di "sputtering" o di "electron beam", entrambi noti, il cui risultato è un subassembly 23, illustrato in figura 8, comprendente un primo strato depositato (52, 54) aderente alla faccia

Stampato a 1000

11, che assume la geometria delle cavità 64 e risulta costituire i pad 52 e le piazzole 54, ed un secondo strato depositato 16 aderente alla superficie 14. Non si deposita invece alcuno strato sulle sottoincisioni 22.

Anche adottando la tecnologia monolayer, non si deposita alcuno strato sulle pareti 15, grazie al sottosquadro positivo β ed alle eventuali sottoincisioni.

Questa separazione tra i due strati depositati è essenziale per le operazioni successive, ed è una prima ragione fondamentale per la scelta del fotoresist positivo nella realizzazione dello strato 60: infatti non esiste in pratica alcuna possibilità di realizzare un bilayer con fotoresist negativo, mentre, se venisse adottato un monolayer con fotoresist negativo, il sottosquadro β risulterebbe negativo secondo la convenzione di segno adottata, e le pareti della cavità verrebbero ricoperte dal deposito.

Gli strati depositati 52, 54 e 16 possono essere metallici, oppure costituiti da materiali non metallici, come ad esempio ossidi, nitruri, carburi e simili.

Se gli strati depositati 52, 54 e 16 sono costituiti da metalli, questi possono essere, ad esempio, titanio, oro o platino, non reattivi, per realizzare i pad 52 o le piazzole 54, oppure una lega oro/stagno 80/20 per realizzare saldature. Solitamente queste leghe vengono depositate, secondo una tecnologia nota, a strati alterni dei metalli componenti: i vari strati vengono realizzati con rapporti tra gli spessori atti a realizzare la giusta composizione della lega, solitamente

Giampiero Bobbio

eutettica, e possono assumere uno spessore complessivo, ad esempio, fino a 5 μm .

In un passo 77, illustrato con l'ausilio di figura 9, vengono asportati lo strato 60 di fotoresist positivo e lo strato 61 di lift off resist per mezzo di un processo noto come "lift off" agli esperti nell'arte. Il subassembly 23 viene immerso in un solvente 26, ad esempio acetone, il quale, attraverso i bordi 25 e le sottoincisioni 22, liberi dallo strato depositato, penetra attraverso gli strati 60 e 61, e li scioglie, come indicato dalle frecce 21, eliminandoli completamente e liberando il secondo strato depositato 16, che viene poi allontanato.

L'operazione è facilitata da un'azione meccanica come, ad esempio, un lavaggio ad ultrasuoni, ed è attuabile solamente su un fotoresist positivo: questa è una seconda ragione fondamentale per la scelta del fotoresist positivo per realizzare lo strato 60: se, al contrario, venisse adottato un fotoresist negativo, l'operazione di lift off non sarebbe realizzabile con le attuali tecnologie.

Nel caso si adotti la tecnologia monolayer, questo passo 77 viene effettuato in maniera analoga, poiché il solvente può penetrare attraverso le pareti 15, altrettanto libere dallo strato depositato.

Al termine del passo 77 il subassembly 23 risulta finito come in figura 10, dove è visibile la piastrina 51, un pad 52 ed una piazzola 54.

Questo processo presenta tuttavia alcuni problemi tecnici che ora vengono descritti.

Quando su una faccia della piastrina 51 sono ricavate delle incisioni 12, come indicato nella sezione di figura 11, profonde ad

Stampato Bobbio

esempio qualche decina o centinaio di μm , necessarie ad esempio nei MOEMS per l'alloggiamento di fibre ottiche, gli strati 60 e 61 si distribuiscono in modo non uniforme a causa delle stesse incisioni 12.

Questo produce una insufficiente definizione delle figure da asportare durante l'esposizione e lo sviluppo, che rende praticamente inutilizzabile il processo.

In particolare l'incisione 12 può raggiungere una profondità D di qualche centinaio di μm . Inoltre, se la piastrina 51 è composta di silicio, l'incisione 12 viene spesso ottenuta per mezzo di un attacco chimico che avanza secondo gli assi cristallografici del silicio, formando due pareti 20 che formano un angolo $\alpha = 54,7^\circ$ rispetto all'asse x : la larghezza W dell'incisione risulta perciò:

$$W = 2 D / \tan \alpha$$

Se ad esempio l'incisione interessa la metà circa dello spessore di un wafer da $625 \mu\text{m}$, essa raggiunge una profondità D di circa $300 \mu\text{m}$; in tal caso risulta $W = 425 \mu\text{m}$, larghezza che rende assai gravi le irregolarità suddette.

D'altra parte la scelta del fotoresist positivo è dettata dalla prima e dalla seconda ragione già illustrate, e lo strato di fotoresist positivo è normalmente applicato allo stato liquido: questo favorisce l'irregolarità della deposizione in corrispondenza delle incisioni.

Esiste inoltre un secondo problema tecnico: in alcuni subassembly, come ad esempio quelli appartenenti alla tecnologia MOEMS, è necessario produrre delle incisioni 12 sulla stessa faccia che contiene

altri film. Se l'incisione viene eseguita dopo aver depositato i film, è



necessario proteggere questi ultimi nella fase di attacco del silicio, assai aggressiva poiché utilizza KOH o TMAH per diverse ore alla temperatura di circa 80 °C, come è noto agli esperti nell'arte.

È perciò vantaggioso eseguire le incisioni del silicio all'inizio del processo, ad esempio attraverso un processo noto con maschera di SiO₂, e depositare e definire i film in un secondo tempo, ed in tal modo si ripresenta il primo dei problemi enunciati.

Sommario dell'invenzione - Scopo della presente invenzione è quello di depositare selettivamente uno strato su una piastrina che presenta una superficie accidentata, in particolare a causa di incisioni, secondo una geometria predefinita.

Un altro scopo è quello di depositare selettivamente i componenti di una lega saldante a strati alterni.

Un ulteriore scopo è quello di mantenere le incisioni sgombre e pulite durante l'intero processo di lavorazione della piastrina.

Un ulteriore scopo è quello di depositare uno strato di fotoresist positivo su una piastrina che presenta una superficie accidentata, in particolare a causa di incisioni, in uno strato di spessore uniforme.

I suddetti scopi sono ottenuti per mezzo di un metodo per ricoprire selettivamente una superficie microlavorata, caratterizzato come definito nelle rivendicazioni principali.

Questi ed altri scopi, caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno evidenti sulla base della seguente descrizione di una sua forma preferita di realizzazione, fatta a titolo esemplificativo e non

limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

Giampiero Bobbio

- fig. 1 - rappresenta una vista assonometrica di un dispositivo optoelettronico;
- fig. 2 - illustra il flusso di una parte del processo di fabbricazione del dispositivo optoelettronico di figura 1, secondo l'arte nota;
- fig. 3 - rappresenta un wafer di materiale semiconduttore, che contiene delle piastrine non ancora separate;
- fig. 4 - rappresenta una vista in sezione di una piastrina priva di incisioni, recante uno strato di lift off resist ed uno di fotoresist positivo;
- fig. 5 - rappresenta l'esposizione dello strato di fotoresist positivo sulla piastrina;
- fig. 6 - rappresenta lo sviluppo dello stesso strato di fotoresist;
- fig. 7 - rappresenta lo sviluppo dello strato di fotoresist nella tecnologia monolayer;
- fig. 8 - rappresenta uno strato depositato sullo strato di fotoresist e nelle cavità;
- fig. 9 - rappresenta il lift off dello strato di fotoresist;
- fig. 10 - rappresenta il subassembly al termine del processo descritto;
- fig. 11 - rappresenta una vista in sezione di una piastrina dotata di un'incisione, e recante uno strato di lift off resist ed uno strato di fotoresist positivo, secondo l'arte nota;
- fig. 12 - illustra il flusso del processo di fabbricazione del dispositivo optoelettronico con incisioni, secondo l'invenzione.
- fig. 13 - rappresenta un wafer di materiale semiconduttore, che
contiene delle piastrine con incisioni;

- fig. 14 - rappresenta una vista in sezione di una piastrina con un'incisione, e recante un film di fotoresist negativo;
- fig. 15 - rappresenta l'esposizione del film di fotoresist negativo;
- fig. 16 - rappresenta lo sviluppo del film di fotoresist negativo;
- fig. 17 - rappresenta la stesura degli strati di lift off resist e di fotoresist positivo;
- fig. 18 - rappresenta l'esposizione dello strato di fotoresist positivo;
- fig. 19 - rappresenta lo sviluppo dello stesso strato di fotoresist;
- fig. 20 - rappresenta lo sviluppo dello strato di fotoresist nella tecnologia monolayer;
- fig. 21 - rappresenta uno strato depositato sullo strato di fotoresist e nelle cavità;
- fig. 22 - rappresenta il lift off dello strato di fotoresist;
- fig. 23 - rappresenta il subassembly al termine del processo descritto, secondo l'invenzione.

DESCRIZIONE DELLA FORMA PREFERITA

Viene ora descritto il processo di fabbricazione del dispositivo optoelettronico secondo la presente invenzione, con riferimento al diagramma di flusso di figura 12, limitatamente ai passi necessari alla comprensione dell'invenzione stessa.

In un passo 170 è reso disponibile un wafer 66' contenente delle piastrine 55 (figura 13) che presentano delle incisioni 12, come illustrato nella porzione ingrandita della stessa figura 13. Nella descrizione si assume, a titolo di esempio non limitativo, che la

Stampato Babbio

piastrina 55 sia di silicio, ma la stessa piastrina può essere composta da altri materiali, come ad esempio vetro, ceramica o altri materiali isolanti, oppure da GaAs o altri materiali semiconduttori, oppure da metalli.

In un passo 140 si esegue una stesura di un film 30 di fotoresist negativo sulla piastrina 55, come si vede in sezione nella figura 14. Il film 30 ha uno spessore compreso ad esempio tra 5 e 30 μm , ed è sufficientemente rigido per ricoprire l'incisione 12 senza adagiarsi. L'incisione 12 viene in tal modo protetta, e contemporaneamente rimane pulita poiché non ha alcun contatto con il fotoresist. La superficie superiore del film 30 è indicata con il numero 35.

Il fotoresist è definito "negativo" se, a partire da uno stato solubile in un suo solvente di sviluppo, esso polimerizza per effetto di una radiazione, ad esempio ultravioletta, diventando insolubile.

In un passo 141, (figura 15), viene effettuata l'esposizione del film 30 di fotoresist negativo alla radiazione ultravioletta UV per mezzo di una prima maschera 31 dotata di una finestra 32. La finestra 32 si estende sopra l'incisione 12 e sopra un margine intorno ad essa, largo ad esempio qualche decina di μm . Il fotoresist, essendo negativo, polimerizza in una zona 27 corrispondente alla finestra 32, e perciò colpita dalla radiazione UV, mentre rimane depolimerizzato nelle zone tenute in ombra dalle porzioni opache della maschera 31.

In un successivo passo 142, viene effettuato lo sviluppo del film 30 di fotoresist negativo secondo tecniche note le quali, per mezzo di un solvente, asportano il film solamente nelle zone rimaste



dépolimerizzate (figura 16): in corrispondenza della zona 27 rimane così una copertura 33, delimitata da fianchi 34, che ricopre l'incisione 12. A causa di fenomeni di diffrazione e di riflessione della radiazione UV, la polimerizzazione del film 30 si estende, parallelamente al piano x-y, in misura maggiore in vicinanza della faccia 11 della piastrina, ed in misura minore in vicinanza della superficie 35 del film: i fianchi 34 non risultano perciò paralleli all'asse z, ma presentano una spoglia γ , negativa secondo la convenzione di segno indicata in figura 16.

In un passo 171, analogo al passo 71 già descritto per l'arte nota, sulle piastrine 55 viene steso uno strato 161 di lift off resist, ad esempio della serie LOR® della Micro-Chem, avente ad esempio uno spessore compreso tra 0,5 e 6 μm , come indicato in sezione nella figura 17. Il lift off resist viene applicato solitamente allo stato fluido, per mezzo ad esempio del processo noto di spinner coating.

La spoglia γ della copertura 33 favorisce una migliore stesura del lift off resist, ed una sua migliore planarizzazione.

In un passo 172, analogo al passo 72 già descritto per l'arte nota, sul lift off resist 161 viene steso uno strato 160 di fotoresist positivo convenzionale, avente ad esempio uno spessore compreso tra 0,5 e 20 μm , come indicato nella stessa figura 17. Anche il fotoresist positivo viene applicato solitamente allo stato fluido, per mezzo ad esempio dello spinner coating.

Si indica con il numero 114 la superficie superiore dello strato 160 di fotoresist, sostanzialmente parallela alla faccia 11 ed al piano x-y.

Giampiero Bobbio

Con questo metodo, grazie alla presenza della copertura 33, la superficie superiore 114 risulta più regolare rispetto alla superficie 14 dell'arte nota, e permette perciò di realizzare delle cavità aventi dimensioni controllate, anche in vicinanza delle incisioni.

In un passo 174, analogo al passo 74 già descritto per l'arte nota, viene effettuata l'esposizione del fotoresist positivo alla radiazione ultravioletta UV per mezzo della maschera 13 dotata delle finestre 122 (figura 18). Il fotoresist, essendo positivo, depolimerizza nelle zone 26 corrispondenti alle finestre 122, e perciò colpite dalla radiazione UV, mentre rimane insolubile nelle zone tenute in ombra dalle aree opache della maschera.

In un successivo passo 175, analogo al passo 75 già descritto per l'arte nota (figura 19), viene sviluppato lo strato di fotoresist 160 secondo tecniche note le quali, per mezzo di un solvente, asportano il fotoresist solamente nelle zone 26 depolimerizzate dalla radiazione ultravioletta UV attraverso le finestre 122: vengono così ricavate le cavità 64 delimitate dai bordi 25.

Lo stesso solvente attacca il lift off resist 161 sottostante in misura maggiore rispetto al fotoresist 160, producendo così le sottoincisioni 22.

Anche in questo caso esiste la prima alternativa monolayer, illustrata in figura 20, secondo la quale si realizza solamente lo strato monolayer di fotoresist 160. Le cavità 64' sono in tal caso delimitate dalle pareti 15 le quali, a causa dei fenomeni di diffrazione e di riflessione della radiazione UV già menzionati, presentano un

sottosquadro β , positivo secondo la convenzione di segno indicata in figura 20.

Esiste anche la seconda alternativa monolayer, illustrata ancora con l'ausilio di figura 20, secondo la quale viene realizzato solamente lo strato di fotoresist 160, il quale viene poi trattato con un modificatore di superficie, ad esempio toluene, che rende la superficie superiore 114 più resistente al solvente: in seguito allo sviluppo si producono così, nello stesso fotoresist 160, delle pareti 15 con sottoincisione o con un sottosquadro β positivo più accentuato.

In un passo 176, illustrato con l'ausilio di figura 21 ed analogo al passo 76 già descritto per l'arte nota, viene effettuato il deposito sotto vuoto, ad esempio di un metallo, sulla superficie 114, dove questa è rimasta intatta, e della faccia 11 dove questa è stata scoperta per effetto dello sviluppo descritto al passo 175. Il deposito viene effettuato, ad esempio, per mezzo di un processo di sputtering o di electron beam, entrambi noti, il cui risultato è un subassembly 24, comprendente un primo strato depositato (52, 54) che assume la geometria delle cavità 64 e risulta costituire i pad 52 e le piazzole 54, ed un ulteriore strato depositato 116 aderente alla superficie 114. Non si deposita invece alcuno strato sulle sottoincisioni 22.

Anche adottando la tecnologia monolayer, non si deposita alcuno strato sulle pareti 15, grazie al sottosquadro positivo β ed alle eventuali sottoincisioni.

Giampiero Bobbio

Gli strati depositati 52, 54 e 116 possono essere metallici, oppure costituiti da materiali non metallici, come ad esempio ossidi, nitruri, carburi e simili.

Se gli strati depositati 52, 54 e 116 sono costituiti da metalli, questi possono essere, ad esempio, titanio, oro o platino, non reattivi, per realizzare i pad 52 o le piazzole 54, oppure una lega oro/stagno 80/20 per realizzare saldature. Solitamente queste leghe vengono depositate, secondo la tecnologia nota, a strati alterni dei metalli componenti: i vari strati vengono realizzati con rapporti tra gli spessori atti a realizzare la giusta composizione della lega, solitamente eutettica, e possono assumere uno spessore complessivo, ad esempio, fino a 5 μm .

In un passo 177, analogo al passo 77 già descritto per l'arte nota ed illustrato con l'ausilio di figura 22, vengono asportati lo strato 160 di fotoresist positivo e lo strato 161 di lift off resist per mezzo del processo di lift off. Il subassembly 24 viene immerso in un solvente 36, ad esempio acetone o meglio Remover PG della Micro-Chem, il quale, attraverso i bordi 25 e le sottoincisioni 22, liberi dallo strato depositato, penetra attraverso gli strati 160 e 161, e li scioglie procedendo nelle direzioni indicate dalle frecce 21, eliminandoli completamente e liberando l'ulteriore strato depositato 116, che viene allontanato. L'operazione è facilitata da un'azione meccanica come, ad esempio, un lavaggio ad ultrasuoni.

Nel caso si adotti la tecnologia monolayer, questo passo 177 viene effettuato in maniera analoga, poiché il solvente può penetrare attraverso le pareti 15, altrettanto libere dallo strato depositato.

In un passo 143 viene asportata la copertura 33 di fotoresist negativo per mezzo, ad esempio, di una operazione al plasma, nota.

Al termine del passo 143 il subassembly 24 risulta finito come in figura 23, dove è visibile la piastrina 55, l'incisione 12, un pad 52 ed una piazzola 54.

Giampero Bobbio



RIVENDICAZIONI

1. Metodo per ricoprire selettivamente una superficie microlavorata su una piastrina (55) comprendente una faccia superiore (11) nella quale è ricavata almeno un'incisione (12), **caratterizzato dal fatto che** comprende le fasi di:

- (140) stendere un film (30) di fotoresist negativo su detta faccia superiore (11), detto film (30) ricoprendo detta almeno un'incisione (12);
- (141) esporre detto film (30) di fotoresist negativo ad una radiazione ultravioletta (UV), per mezzo di una prima maschera (31) su una zona (27) che ricopre detta almeno un'incisione (12), in modo che detto film (30) polimerizzi in corrispondenza di detta zona (27);
- (142) asportare la porzione non polimerizzata di detto film (30) di fotoresist negativo, in modo tale che, in corrispondenza di detta zona (27), rimanga una copertura (33) sopra detta almeno un'incisione (12);
- (171) stendere uno strato (161) di lift off resist su detta faccia superiore (11) di detta piastrina (55) e su detta copertura (33);
- (172) stendere uno strato (160) di fotoresist positivo su detto strato (161) di lift off resist.

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, **caratterizzato dal fatto che** comprende inoltre le fasi di:

- (174) esporre detto strato (160) di fotoresist positivo ad una radiazione ultravioletta (UV), per mezzo di una maschera (13) che

Giampiero Bobbio

comprende almeno una finestra (122), in modo che detto strato (160) depolimerizzi in corrispondenza di detta finestra (122);

- (175) asportare la porzione depolimerizzata di detto strato (160) di fotoresist positivo, in modo tale che si ricavi almeno una cavità (64).

3. Metodo secondo la rivendicazione 2, **caratterizzato dal fatto che** detta almeno una cavità (64) comprende dei bordi (24) e delle sottoincisioni (22), detto strato (160) di fotoresist positivo comprendendo una superficie superiore (114), detto metodo comprendendo inoltre le fasi di:

- (176) applicare un primo strato depositato (52, 54) su detta faccia superiore (11) ed un ulteriore strato depositato (116) su detta superficie superiore (114);
- (177) asportare detto strato (160) di fotoresist positivo e detto strato (161) di lift off resist per mezzo di un solvente che agisce attraverso detti bordi (24) e dette sottoincisioni (22), ed allontanare detto ulteriore strato depositato (116);
- (143) asportare detto film (30) di fotoresist negativo.

4. Metodo secondo la rivendicazione 3, **caratterizzato dal fatto che** detto primo strato depositato (52, 54) e detto ulteriore strato depositato (116) sono metallici.

5. Metodo secondo la rivendicazione 4, **caratterizzato dal fatto che** detto primo strato depositato (52, 54) e detto ulteriore strato depositato (116) comprendono almeno uno strato di oro o di titanio o di platino.

6. Metodo secondo la rivendicazione 4, **caratterizzato dal fatto** che detto primo strato depositato (52, 54) e detto ulteriore strato depositato (116) comprendono almeno uno strato di lega oro / stagno.
7. Metodo secondo la rivendicazione 3, **caratterizzato dal fatto** che detto strato depositato (116) e detto strato depositato (52, 54) comprendono materiali non metallici.
8. Metodo secondo la rivendicazione 7, **caratterizzato dal fatto** che detti materiali non metallici comprendono un ossido.
9. Metodo secondo la rivendicazione 7, **caratterizzato dal fatto** che detti materiali non metallici comprendono un carburo.
10. Metodo secondo la rivendicazione 7, **caratterizzato dal fatto** che detti materiali non metallici comprendono un nitrato.
11. Metodo per ricoprire selettivamente una superficie microlavorata su una piastrina (55) comprendente una faccia superiore (11) nella quale è ricavata almeno un'incisione (12), **caratterizzato dal fatto che** comprende le fasi di:
 - (140) stendere un film (30) di fotoresist negativo su detta faccia superiore (11), detto film (30) ricoprendo detta almeno un'incisione (12);
 - (141) esporre detto film (30) di fotoresist negativo ad una radiazione ultravioletta (UV), per mezzo di una prima maschera (31) su una zona (27) che ricopre detta almeno un'incisione (12), in modo che detto film (30) polimerizzi in corrispondenza di detta zona (27);

Giampiero Bobbio



- (142) asportare la porzione non polimerizzata di detto film (30) di fotoresist negativo, in modo tale che, in corrispondenza di detta zona (27), rimanga una copertura (33) sopra detta almeno un'incisione (12);
- (172) stendere uno strato (160) di fotoresist positivo su detta faccia superiore (11) di detta piastrina (55) e su detta copertura (33).

12. Metodo secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre le fasi di:

- (174) esporre detto strato (160) di fotoresist positivo ad una radiazione ultravioletta (UV), per mezzo di una maschera (13) che comprende almeno una finestra (122), in modo che detto strato (160) depolimerizzi in corrispondenza di detta finestra (122);
- (175) asportare la porzione depolimerizzata di detto strato (160) di fotoresist positivo, in modo tale che si ricavi almeno una cavità (64').

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detta almeno una cavità (64') comprende delle pareti (15), detto strato (160) di fotoresist positivo comprendendo una superficie superiore (114), detto metodo comprendendo inoltre le fasi di:

- (176) applicare un primo strato depositato (52, 54) su detta faccia superiore (11) ed un ulteriore strato depositato (116) su detta superficie superiore (114);
- (177) asportare detto strato (160) di fotoresist positivo per mezzo di un solvente che agisce attraverso dette pareti (15), ed allontanare detto ulteriore strato depositato (116);

Giampiero Bobbio

- (143) asportare detto film (30) di fotoresist negativo.

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, **caratterizzato dal fatto** che detto primo strato depositato (52, 54) e detto ulteriore strato depositato (116) sono metallici.

15. Metodo secondo la rivendicazione 14, **caratterizzato dal fatto** che detto primo strato depositato (52, 54) e detto ulteriore strato depositato (116) comprendono almeno uno strato di oro o di titanio o di platino.

16. Metodo secondo la rivendicazione 14, **caratterizzato dal fatto** che detto primo strato depositato (52, 54) e detto ulteriore strato depositato (116) comprendono almeno uno strato di lega oro / stagno.

17. Metodo secondo la rivendicazione 13, **caratterizzato dal fatto** che detto strato depositato (116) e detto strato depositato (52, 54) comprendono materiali non metallici.

18. Metodo secondo la rivendicazione 17, **caratterizzato dal fatto** che detti materiali non metallici comprendono un ossido.

19. Metodo secondo la rivendicazione 17, **caratterizzato dal fatto** che detti materiali non metallici comprendono un carburo.

20. Metodo secondo la rivendicazione 17, **caratterizzato dal fatto** che detti materiali non metallici comprendono un nitrato.

p.p. Olivetti-Jet S.p.A.
G. Bobbio
(Giampiero Bobbio)


C.G.A.A.
T.O.N.O.

Fig. 1

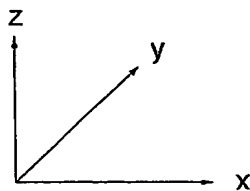
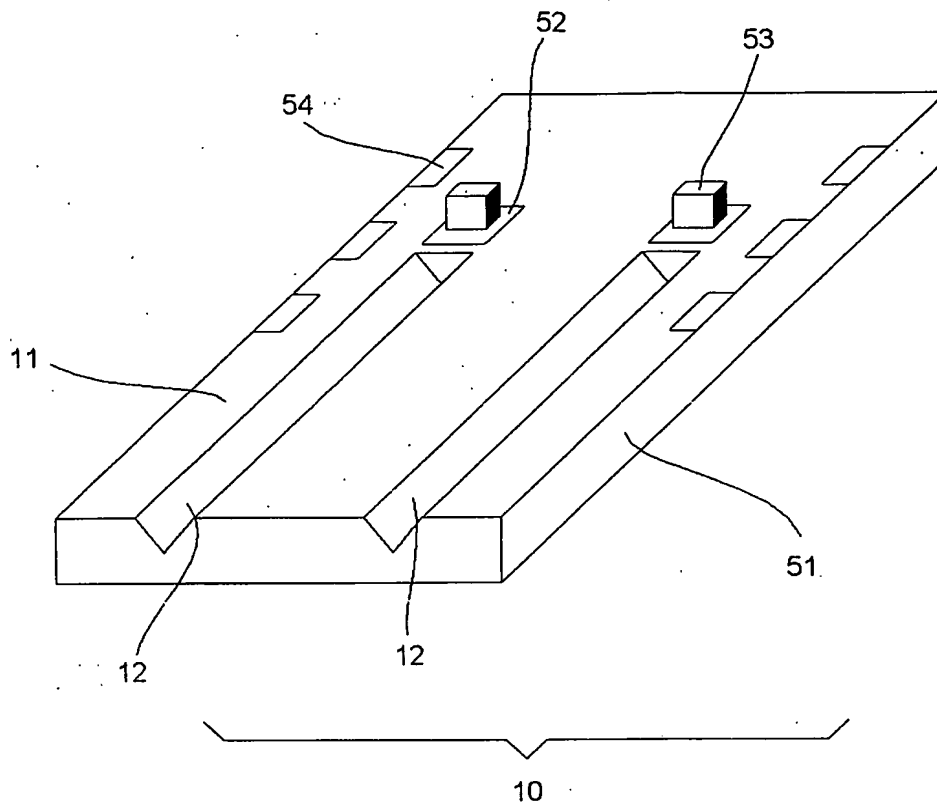
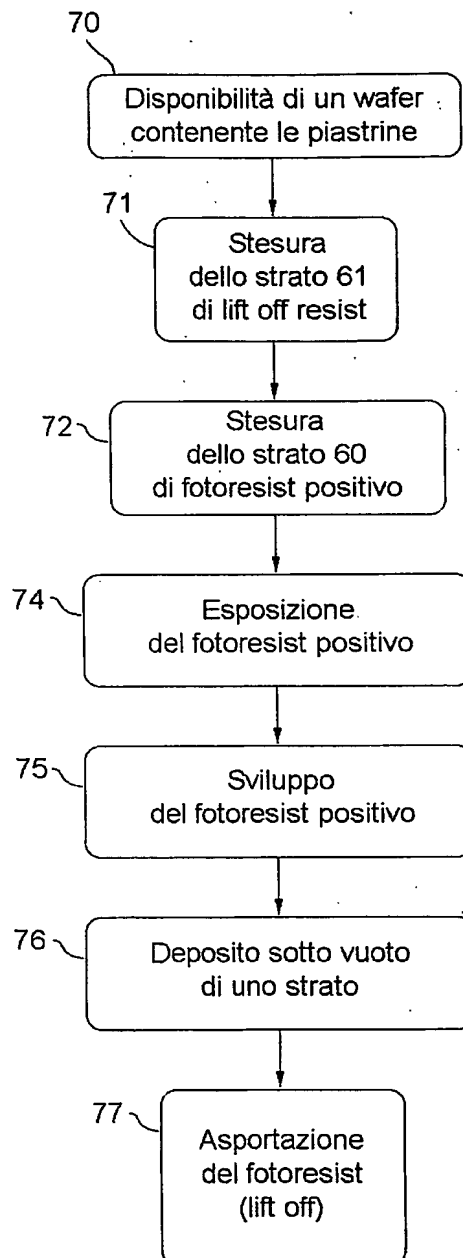


Fig. 2



W 2002A000793

TAV. 3



Fig. 3

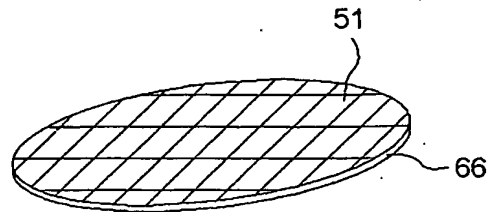


Fig. 4

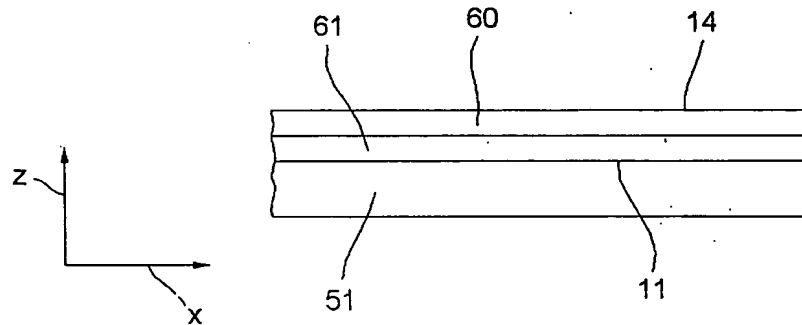
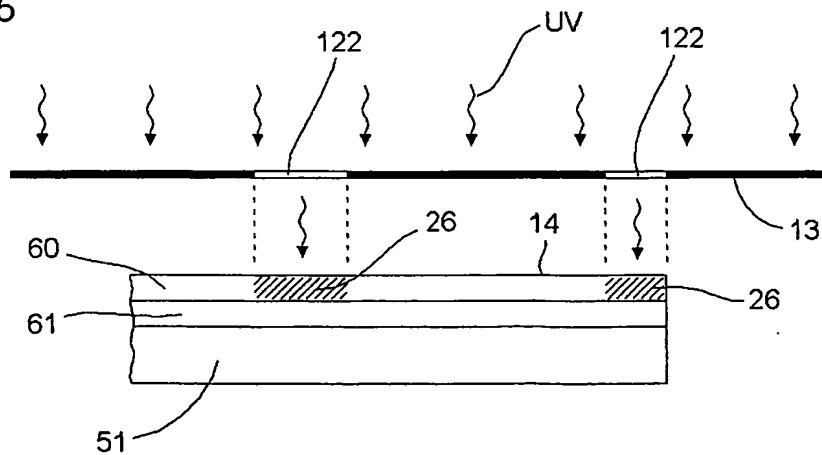


Fig. 5



C. CIAA.
Tolino

p.p. Olivetti i-Jet S.p.A.

Giampaolo Bobbio

2002A000793

Fig. 6

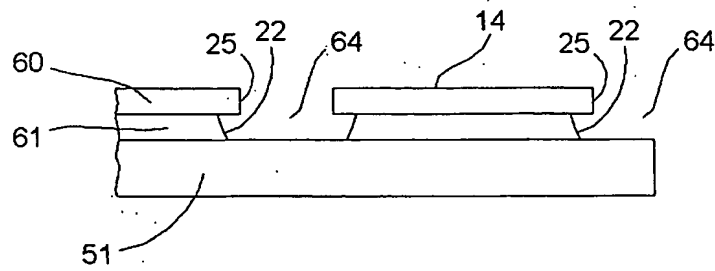
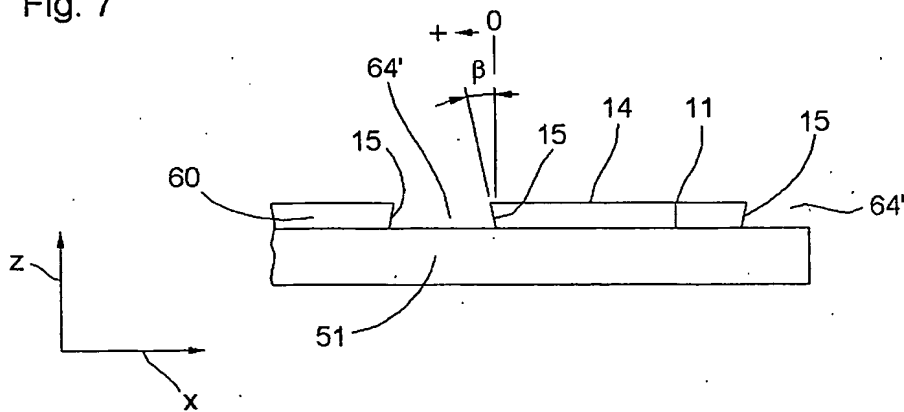


Fig. 7



Com. 10/10

10 2002 A000793

TAV. 5

Fig. 8

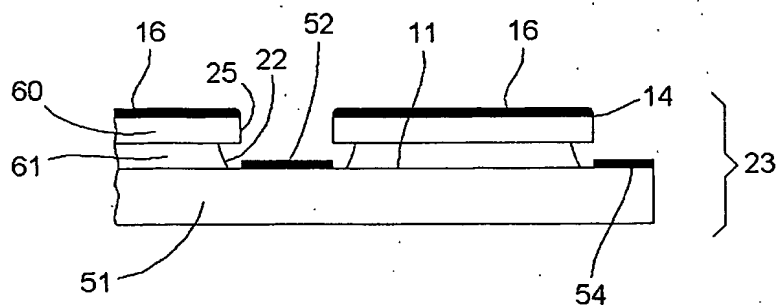
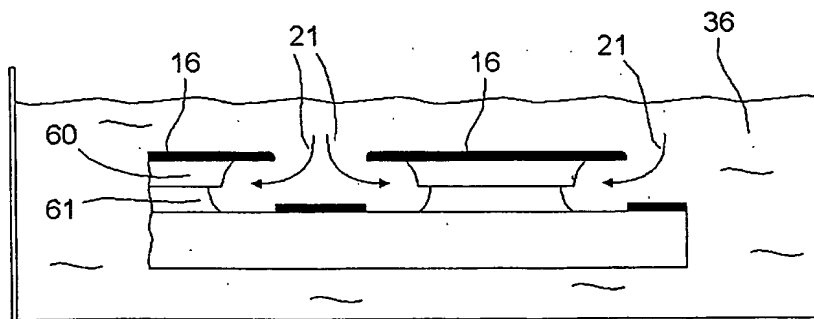


Fig. 9



p.p. Olivetti i-Jet S.p.A.
Giampiero Bobbio

2002A000793

Fig. 10

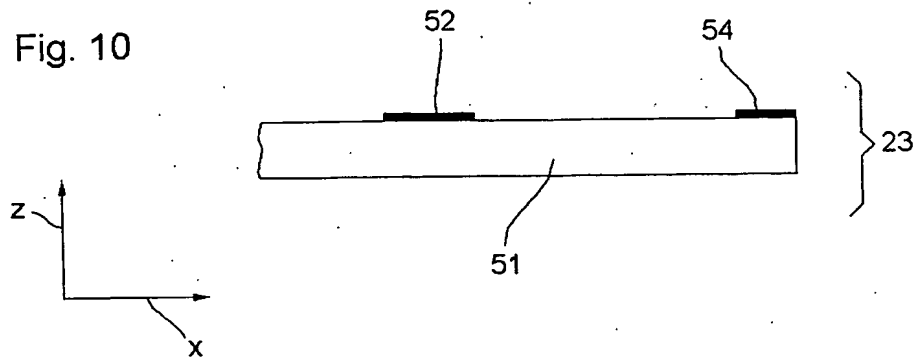
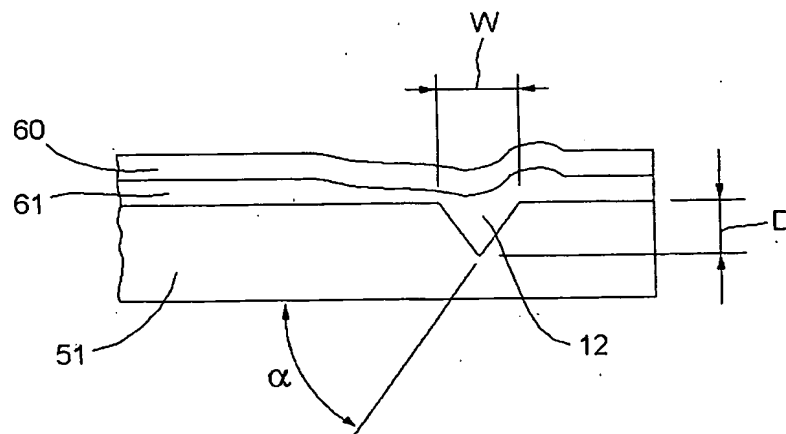


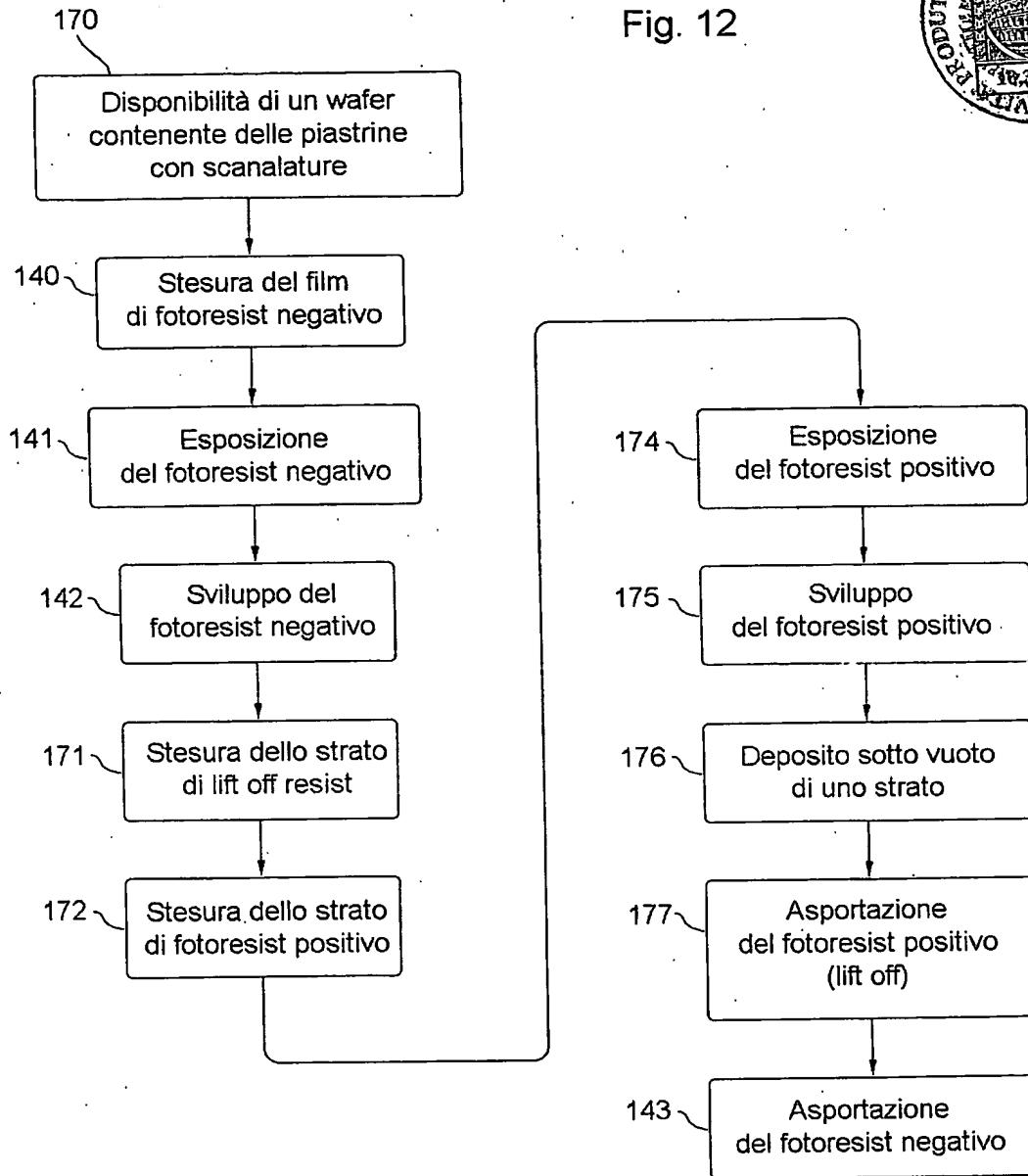
Fig. 11



p.p. Oliveri i-Jet S.p.A.
Giampiero Bobbio
 Giampiero Bobbio



Fig. 12



CCIAA
torino

Fig. 13

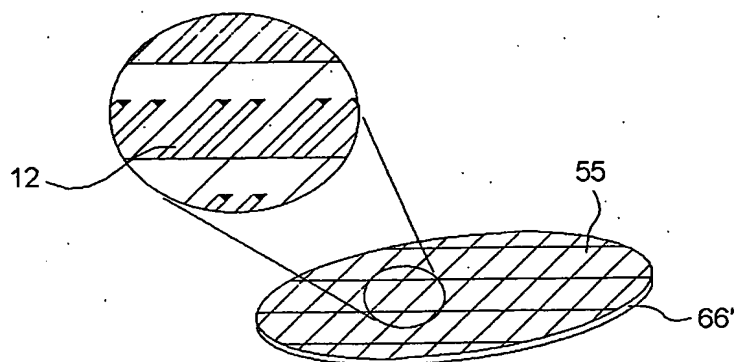


Fig. 14

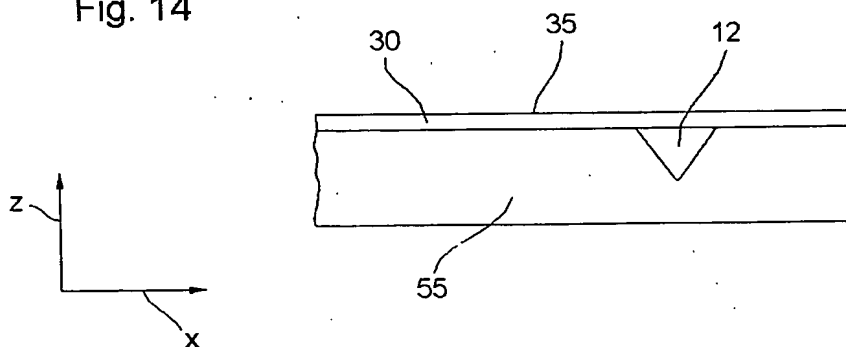


Fig. 15

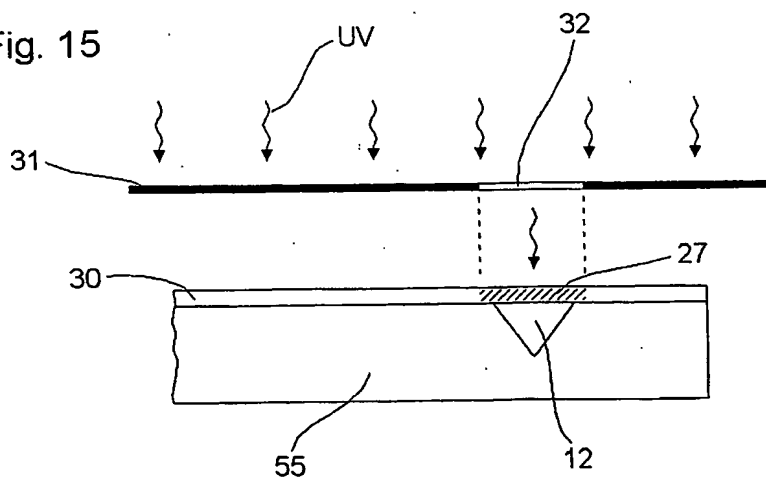


Fig. 16

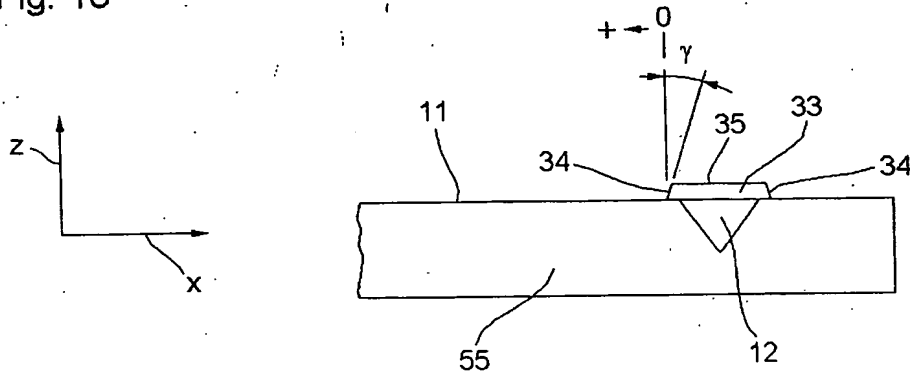


Fig. 17

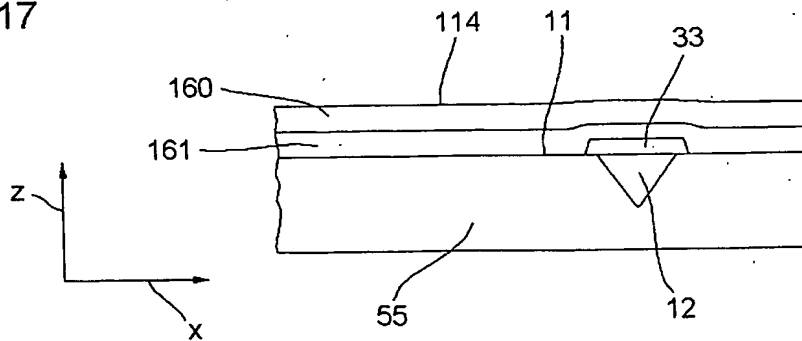


Fig. 18

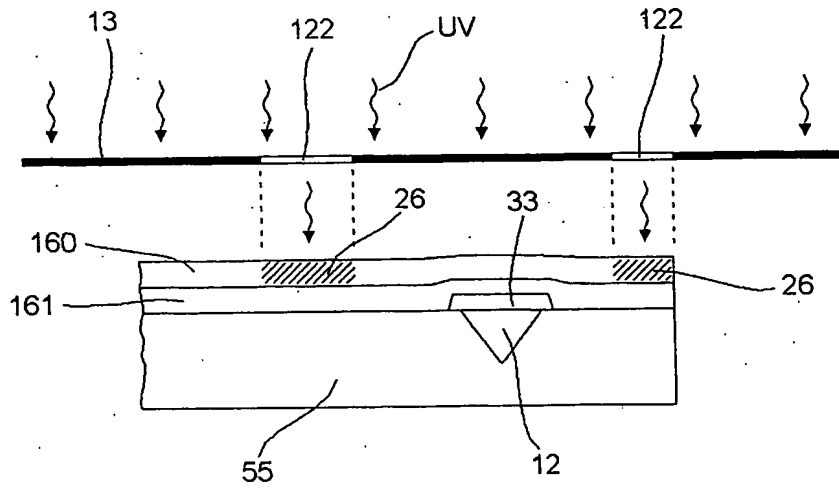


Fig. 19

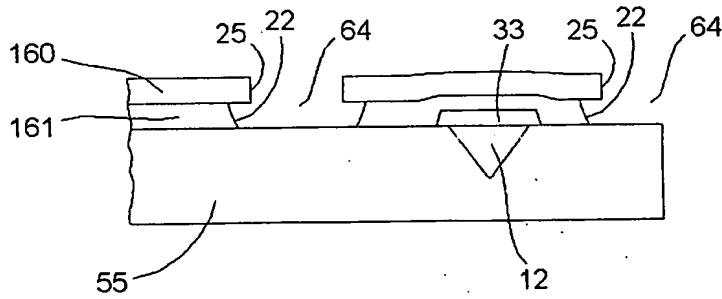


Fig. 20

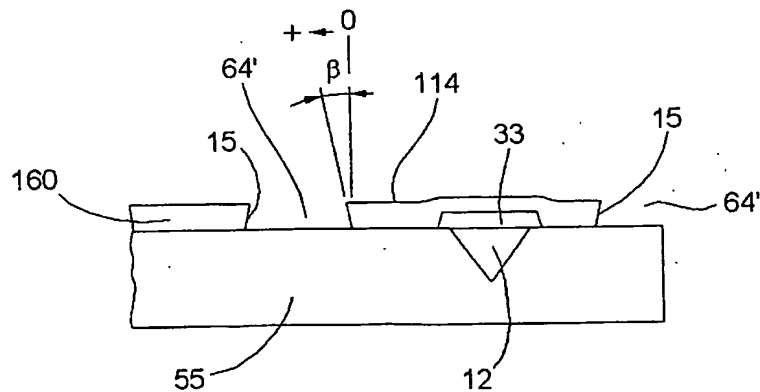


Fig. 21

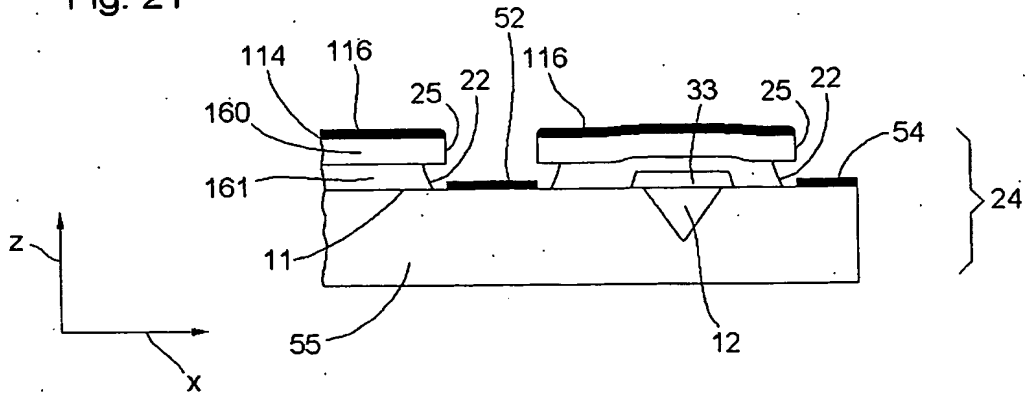


Fig. 22

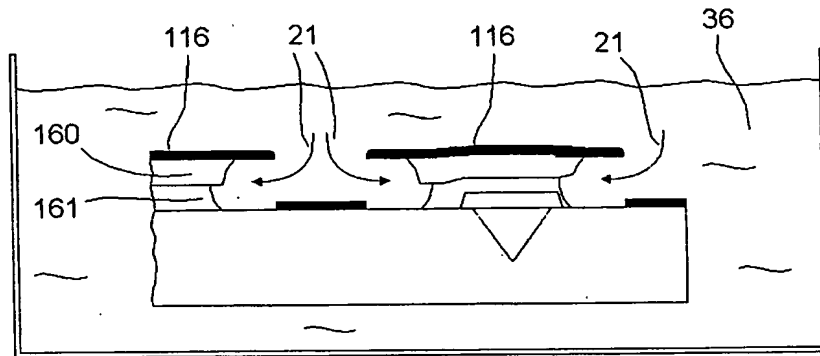
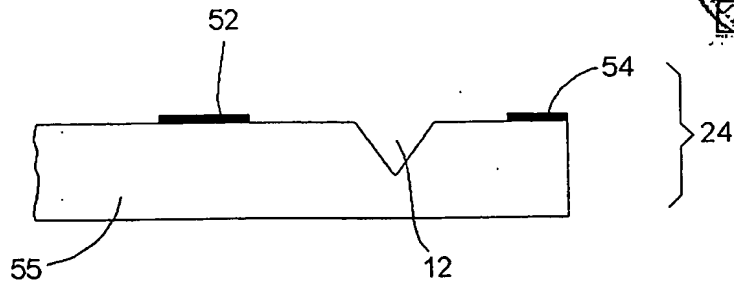


Fig. 23



S. C. I. A. A.
Serino

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.